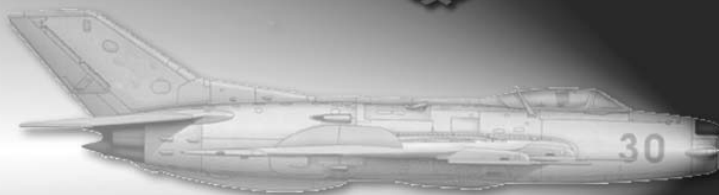


REPÜLÉSTUDOMÁNYI KONFERENCIA 2009

50 ÉV HANGSEBESSÉG FELETT A MAGYAR LÉGTÉR BEN

REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

KÜLÖNSZÁM 2009. ÁPRILIS 24.



Design by DAW

www.szrtk.hu

1959-2009



Pokorádi László

REPÜLŐTÉRI VADVESZÉLY ELEMZÉSE

1. BEVEZETÉS

A repülőgép–vadállat ütközések története lényegében egyidős a motoros repülés történetével. 1905. szeptember 7-én jegyezte fel Oliver Wright az első madárütközést — feltehetőleg egy rigóval. Az első regisztrált emlős ütközés pedig Louis Bleriot nevéhez fűződik. A történelmi 1909. július 25-i csatorna átrepülésakor egy megriadt kutya futott a légsavarkörbe. A repülőgép–vadállat ütközések első (emberi) halálos áldozata Calbraith Rodgers volt, aki még arról is híres, hogy Ő repülte át elsőként az Egyesült Államok kontinentális területét. Repülőgépevel 1912. április 3-án sirállyal ütközött a dél-kaliforniai partok közelében.

Napjaink a korszerű katonai és polgári repülésében fontos kérdés madár- és más vadütközési kockázatok szempontjából a repülőterek üzemeltetése, a megközelítési, a le- és felszállási, valamint a gurulási eljárásainak elemzése.

Közismert, hogy az ütközések döntő hányada a talaj közvetlen közelében következik be. Jelentős kérdés az is az üzemeltetés vizsgálatakor, hogy az adott repülőtér milyen kategóriájú repülőgépek (például sugárhajtóműves utasszállítógépek, vagy légszavaros kisgépek) fogadására rendezkedett be.

Fontos azt is megvizsgálnunk, hogy a repülőtéren, illetve közvetlen környezetében végrehajtott manőverek során milyen gyakorisággal következnek be a madárütközések.

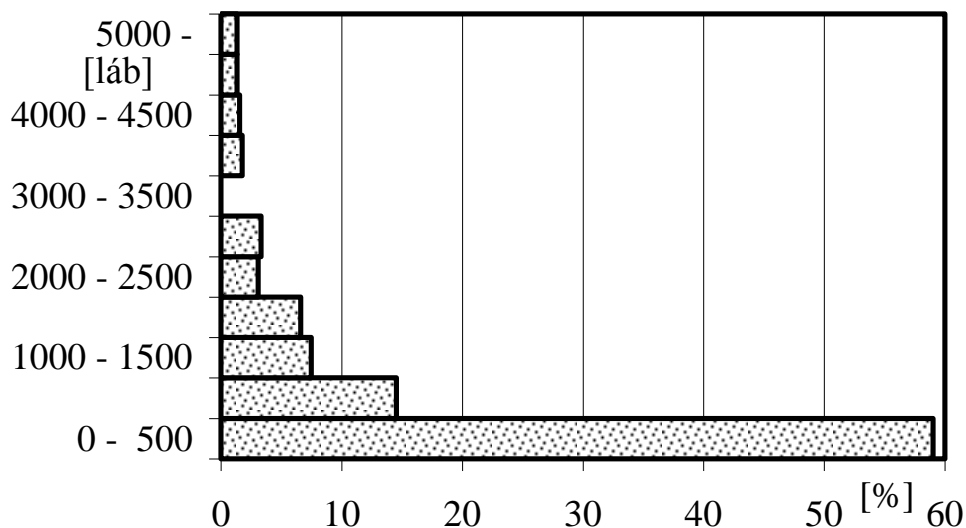
A tanulmány célja a vadvilág repülőterek üzemeltetésére gyakorolt kockázata főbb kérdésköreinek, és azokkal kapcsolatos elemzések aktuális eredményeinek bemutatása. A publikáció az alábbi fejezetekből áll: A 2. fejezet a repülőtéri madárütközés sajátosságait vizsgálja. A 3. fejezet az emlősütközések lehetőségeit, kockázatait elemzi a repülőtereken. A 4. fejezetben következtetések és ajánlások olvashatók.

2. A REPÜLŐTÉRI MADÁRÜTKÖZÉS KOCKÁZATA

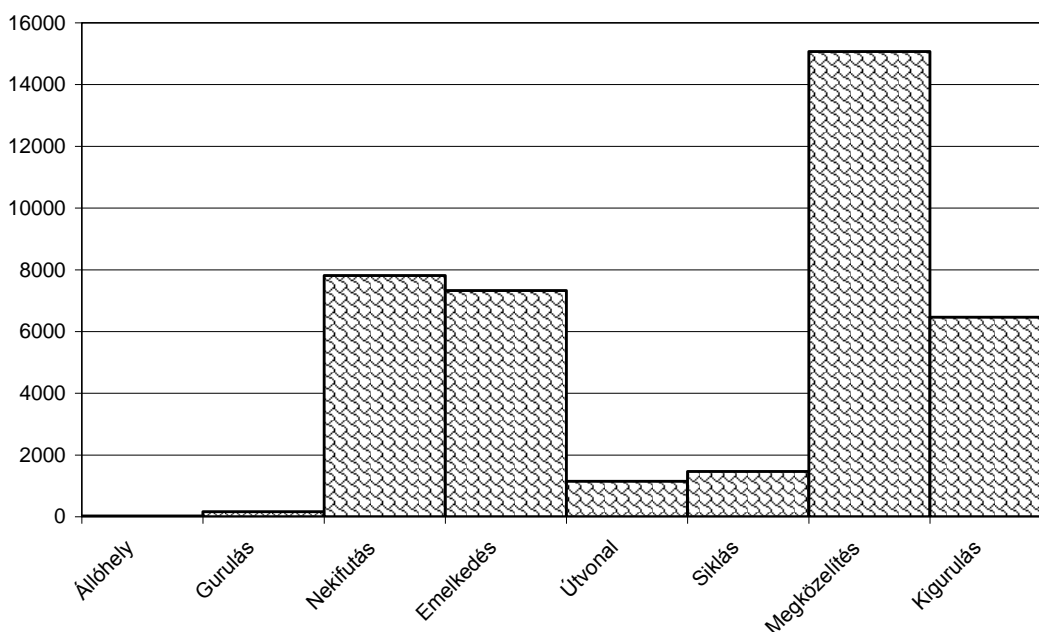
Fontos kérdés madárütközési kockázatok szempontjából a repülőterek elhelyezkedése, üzemeltetése, megközelítési, le- és felszállási, gurulási eljárásainak elemzése. Ehhez alapvető információkhoz jutunk az adott repülőtér megközelítési pályájának feltérképezésével. Fontos felmérnünk, hogy a vizsgált repülőteret milyen műszeres leszállító berendezéssel látták el, vagy esetleg csak látás szerinti leszállásra alkalmas. Ezek ismeretében a fel- és a leszálló repülőgépek vízszintes és függőleges veszély zónái könnyen tervezhetők. Érdekes ehhez megvizsgálni az 1. ábrát, amely a madárütközések

talaj feletti magasság szerinti eloszlását szemlélteti [5]. Látható, hogy az ütközések döntő hányada a talaj közvetlen közelében következik be.

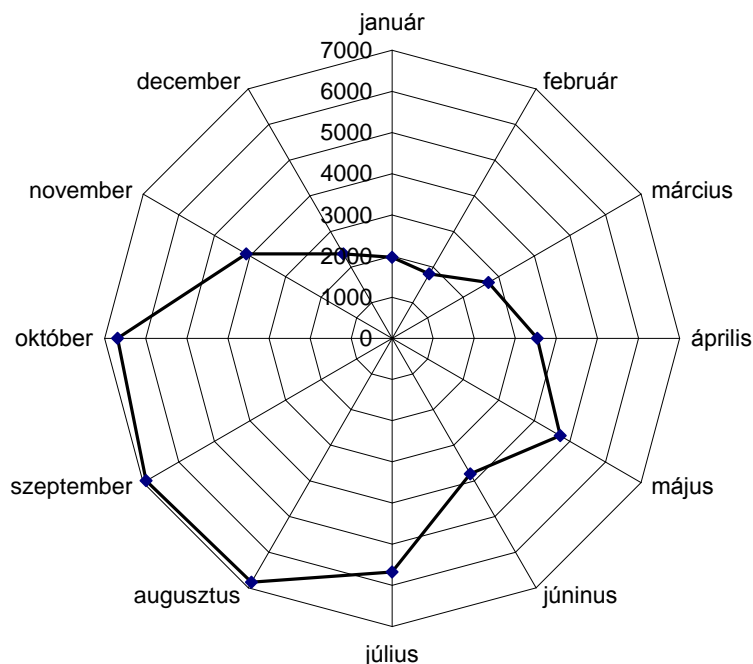
Fontos azt is megvizsgálnunk, hogy a repülőtérén, illetve közvetlen környezetében végrehajtott manőverek során milyen gyakorisággal következnek be a madárütközések. Egy ilyen elemzés adatait szemlélteti a 2. ábra, mely az Egyesült Államokban 1990 és 2003 között, a repülőterek közelében bekövetkezett események adatait dolgozza fel [1]. A 3. ábra ugyanazon időszakban bekövetkezett madárütközések évközi eloszlását szemlélteti.



1. ábra Ütközések gyakorisága a talaj feletti magasság függvényében (forrás [5])



2. ábra A repülőtereken, illetve környezetükben bekövetkezett madárütközések eloszlása a manőverek alapján ([4] alapján)



3. ábra Repülőgép–madár ütközések eloszlása a hónapok függvényében ([4] alapján)

A fentiek alapján megállapítható, hogy a kockázat szintje hogyan változik a fel- és leszállás, az emelkedés és a megközelítés különböző fázisaiban. A legnagyobb kockázat a felszálláskor vagy az emelkedésbe való áttérés során lép fel. A repülőgép ekkor szinte védtelen a földön. Hajtóműve(i) felszálló (azaz maximális vagy ahhoz közeli) üzemmódon dolgozik, teljes a tüzelőanyag terhelés és a gép a kritikushoz közeli állásszöggel repül. A személyzet aktivitása magas és az együttműködésük eljárási rendek alapján meghatározott. Ahogy az emelkedés során a talaj feletti magasság növekszik, a vezérlés elvesztésének és a földhöz csapódásnak — vagyis az A¹ kategóriás baleseteknek — a kockázata csökken. Ezzel egy időben a komoly mérvű sárkányszerkezet- és/vagy hajtóműsérülés (B² kategória) kockázata növekszik a madár-becsapódási — pontosabban a repülési — sebesség növekedésével. Az ilyen jellegű elemzések során a szakemberek a repülés különböző repülőtér körüli fázisait az akkor bekövetkező legrosszabb eset súlyosságával értékelik. Így az A kategóriás baleseteket a felszálláshoz, az emelkedéshez, az eltévesztett megközelítéshez, az átstartoláshoz sorolják, 1500 láb (kb. 450 méter) talaj feletti magasság alatt, ahol a madárütközések közel 80 %-a következik be, mint ahogyan azt az 1. ábra is szemlélteti. A B kategóriás eseményeket minden más repülési fázishoz kapcsolják a

¹ „A” (Class A) kategóriájú az a baleset, amely az alábbiak közül egy vagy több következményekkel járt:

- 1 M USD, vagy annál nagyobb mértékű anyagi kár;
- halál vagy állandó teljes rokkantság;
- a repülőgép megsemmisülése vagy gazdaságosan nem javítható sérülése [5].

² „B” (Class B) kategóriájú az a baleset, amely az alábbiak közül egy vagy több következményekkel járt:

- 200.000 és 1 M USD közti mértékű anyagi kár;
- részleges végleges rokkantság;
- 5 főnél több személy kórházi kezelése [5].

megközelítéshez való süllyedés, a megközelítés és az emelkedés során is.

A repülőgép üzemeltetését, a rajtuk keletkezett sérüléseket, esetleges megsemmisülésüket fontos megvizsgálni a madárütközések kockázatának becslése során.

A madárütközéseknek a sárkány- vagy hajtóműszerkezetekre gyakorolt hatásait mind a repülőgép-, mind a hajtóműgyártók numerikus mechanikai és modell kísérletekkel egyaránt vizsgálják [11]. Ezen tanulmányok eredményeinek közzététele — terjedelmi okokból — csak egy külön publikáció témájaként kezelhető.

A repülés közbeni madárütközési kockázat csökkentésének egyik módja a megfelelő manőver végrehajtása. A madárkikerülési manőver hatásossága számos összetevőtől függ, mint például a humán fiziológiai tényezők, a repülőgép kormányvezérlő jelekre adott reakciója.

A helyes pilótareakciót a USAF BASH Team és a Flight Medicine USAF Hospital (Tyndall Légibázis, Florida) szakemberei közösen elemezték a madarak kikerülése érdekében. A pilótákon végzett vizsgálatok eredményei alapján tettek javaslatot a szükséges, illetve a megfelelő repülőgép-vezetői tevékenységre. Az átlagos pilóta 0,1 másodpercet igényel az érzékelésre, ami idő alatt az információ a szemtől az agyig eljut. Az észlelt objektumra való összpontosításra még 0,39 másodperc szükséges. Az érzékelés, az objektum felismerése egy következő 0,66 másodpercet igényel, átlagos pilóta esetén.

A fenti időadatok eltérőek lehetnek az egyének és a különböző helyzetek között. Az objektum — a közeledő madár vagy madárraj — mérete, relatív mozgása, az objektum és a háttér színe, elrendeződése és kontrasztja, más tényezők közt, jelentősen befolyásolja a fenti szükséges időintervallumok hosszait.

A probléma itt még nem fejeződik be, egy átlagpilótának 2,0 másodpercre van szüksége, hogy dönteni és cselekedni tudjon az észlelt szituációban. Ez a döntési idő változik a tapasztalattal, a koncentráció szintjével, és a helyzet tudatossága is jelentős minden esetben. Ha egyszer a döntés a reakcióra kész, 0,4 másodperc szükséges a kormány szerv működtetésére, a botkormány meghúzására.

A repülőgépek kormányvezérlő jelre adott reakciói jelentősen eltérőek a különböző típusok között. Egy nagyobb méretű (és így nagyobb tehetetlenségi nyomatékú) repülőgép hosszabb reakcióidőt igényel, mint egy kisebb méretű gép. Például maximális botkitérítés esetén a kiváló manőverezési képességgel bíró F-15 Eagle vadászipülőgép 22 foks^{-1} -s pillanatnyi bólintó szögsebességre képes. Fél másodperces reakcióidőt és 1500 m fordulósugarat feltételezve, 720 kmó^{-1} repülési sebességnél $0,52$ másodperc szükséges a madár vagy madárraj 6 méterre történő kikerüléséhez. Ugyanezen manőverhez 500 kmó^{-1} sebesség esetén $0,53$ másodperc a szükséges reagálásra a repülőgépnek.

A fenti idők alapján láthatjuk, hogy körülbelül 4 másodperc szükséges a közeledő madárraj észlelésétől a gép megfelelő eltávolodásáig. Ezek szerint, 200 kmó^{-1} sebesség esetén legkevesebb $250\text{--}260 \text{ méter}$ távolságból kell észlelni a madarakat, hogy a velük való ütközést elkerülhessük.

Amikor a madarat a fenti módon meghatározható távolságon belül észleli a repülőgép-vezető, a kutatók csak egyet tanácsolnak: Húzd be a nyakad és éld túl az ütközést! Ilyen esetekben a manőverezés csak több problémát okozhat. Például a pilóta térbeli tájékozódásának elvesztését,

szokatlan vagy egy másik, veszélyesebb repülési helyzet kialakulását, illetve nagyobb sérülést az ütközés következtében. Ha az észlelt madár a fenti távolságon kívül van, manőverezéssel az ütközés kikerülhető.

Legtöbb esetben a madarak behúzzák a szárnyukat, és zuhanni kezdenek, ha észlelik a közeledő repülőgépet. De, például a sirályok nagyon gyakran megfordulnak, és úgy próbálnak menekülni a szembejövő veszély elől. Ezért gyakran ütik el őket hátulról. Néhány madár oldalra próbál manőverezni a veszély elkerülése érdekében. De csak nagyon ritkán fordulhat elő, hogy emelkedéssel kísérlik meg a repülőgépet elkerülni. Ezért döntő többségében emelkedéssel legcélszerűbb elkerülni az ütközést.

A vizsgálatok során megkérdezett pilóták véleménye is az, hogy az emelkedés a legjobb manőver a madárraj kikerüléséhez, az alábbi okok miatt:

- ➔ A madarak a legtöbb esetben a szárnyuk behúzásával és zuhanással próbálnak kitérni az ütközés elől. Így az egymástól való eltávolodás mértéke nagyobb lesz.
- ➔ A felhúzás következtében a gép hosszanti dőlésszöge megnő. Ezért a pilóta nagyobb valószínűséggel tudja megvédeni a kabintetőt a töréstől, az ütközés utáni megfelelő kilátás, térbeli tájékozódás biztosítása érdekében. Ekkor a hajtómű leállását okozó madárnyelés lehetősége is kisebb, mivel a repülőgép inkább az alsó felületével ütközik a madárral.
- ➔ Az emelkedő manőver esetén a földhöz vagy valamilyen építményhez való ütközés valószínűsége is csökken. Lehet, hogy a pilóta a madarat vagy madárrajt süllyedéssel még ki tudná kerülni, de közben távvezetékot szakíthat, építménynek, fának ütközhet. Ez utóbbi következménye pedig katasztrófa lehet.

Az pedig könnyen belátható, hogy egy felszálló repülőgép nem tud emelkedésbe „menekülni” a madárütközés elől.

Összességében megállapítható, hogy a kikerülési manőver hatásosságát részben a pilóta felkészültsége, koncentráltasága befolyásolja. Ezért a madárral való ütközést megelőző helyes manővert célszerű addig gyakorolni, míg az automatikus reakcióvá nem válik a hajózó személyzet számára.

A madarakkal és a tájhasználatkal kapcsolatos repülőtér körüli kockázat kezelése is egy komplex repülésbiztonsági kérdéskör. Adott esetben az ebből származó repülésbiztonsági feladatok a közeli települések fejlődését is korlátozhatják, és így ellentétet okozhatnak a repülőtéri és a helyi, önkormányzati hatóságok között.

Napjainkban időszerűvé váltak olyan tanulmányok, elemzések készítése, melyek célja hozzájárulni a madárütközések repülőgépek üzemeltetésére gyakorolt kockázatának csökkentéséhez a nagykockázatú madárfajok emberi(!) tájhasználatkal történő szabályozásával.

Ezen repülésbiztonsági munkák a repülőtér környéki madárütközési kockázat alábbi három elemét mérik fel:

- ➔ repülőgépek és repülőterek üzemeltetése;

- a madárfajok kockázatai jellemzése;
- tájhasználat madárfajokra gyakorolt hatásainak elemzése.

A különböző földterületek, illetve használatuk eltérő hatással bírnak a madarak különböző fajaira. Így repülésbiztonsági szempontból fontos kérdésként merül fel, hogy a repülőterek körüli földterületek emberek általi használata, mely madárfajokra milyen hatást (vonzást, vagy távoltagezt) gyakorolnak. Ezért a terület-felhasználás madáruttközésre gyakorolt hatásának elemzése során vizsgálándó jellemzők az alábbiakban foglalhatók össze:

- a fajok, melyeket befolyásol a táj;
- a befolyásolt madarak száma;
- a befolyásolt madarak viselkedése;
- a terület-felhasználása gyakorisága;
- a földdarab a repülőtérhez képesti relatív helyzete;
- a területhasználat célja;

A repülőtér körül végzett vizsgálat során általában három veszélyességi zónát határoznak meg:

Elsődleges madárveszély zóna: Ez az a zóna, ahol A kategóriájú katasztrófa következhet be. A zóna mérete függőlegesen 1500 láb (mintegy 450 méter) a talaj fölött, oldal és hosszanti irányban a siklópálya háromszorosa. Ezek határát pályaküszöböktől 8,8 km-re állapították meg. Ezt azzal indokolták, hogy mindegyik érkező repülőgép az 1500 láb (kb. 450 méter) talaj feletti repülési magasságot 8,8 km-nél éri le, mivel az elemzés során a műszeres megközelítési módot választották irányadónak.

Másodlagos madárveszély zóna: Figyelembe véve, hogy a pilóták nem mindig pontosan a műszeres bejövétel szerint repülnek, vagy a szél eltérítheti a repülőgépeket a pálya tengelyétől, egy külön négy kilométeres „ütköző zónát” adnak meg a nem pontosan meghatározható madárviselkedések figyelembevételéhez is.

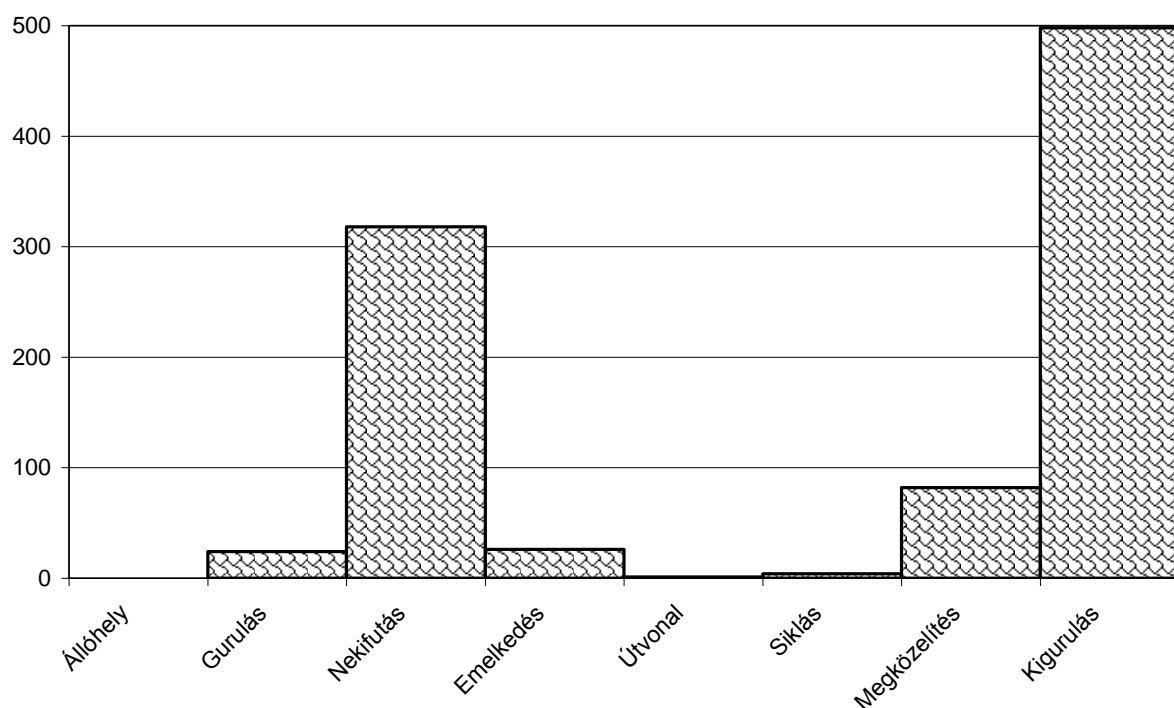
Például a madarak, melyek egy konkrét földdarabhoz vonzódnak más közeli helyeket is meglátogathatnak. Az sem látható előre, hogy a madarak mindig ugyanazon az útvonalon repülnek, sőt mi több az elemzők ismerete nem eléggé részletes ahhoz, hogy pontosan leírják azok helyi útvonalait.

Speciális madárveszély zóna: Az esetlegesen kialakítható harmadik, speciális madárveszély zónába a repülőtér körüli magas kockázatú tájhasználatához kapcsolódó területek kerülhetnek. Ezek területek jelentős vonzerővel bírnak, és így magas kockázatot jelentenek. Ilyen lehet például egy a repülőtér közelében elhelyezkedő szeméttelp, mely a főleg a sirályok vagy varjak ezreinek napi repülését jelentheti a repülőtér fölött, illetve a megközelítési, felszállási útvonalakat keresztezve, amikor a madarak a táplálkozási és alvóhelyük között repülnek.

3. A REPÜLŐTÉRI EMLŐSÜTKÖZÉS KOCKÁZATA

Bár a vadvilággal kapcsolatos repülésbiztonsági vizsgálatok leginkább a madarakra koncentrálnak, más (emlős) vadállatok is veszélyt jelentenek a repülőgépek számára, így azokkal is szükséges törődni. Az emlősök közül főleg a szarvasok és a denevérek bírnak magas kockázati tényezővel a repülés biztonsága szempontjából.

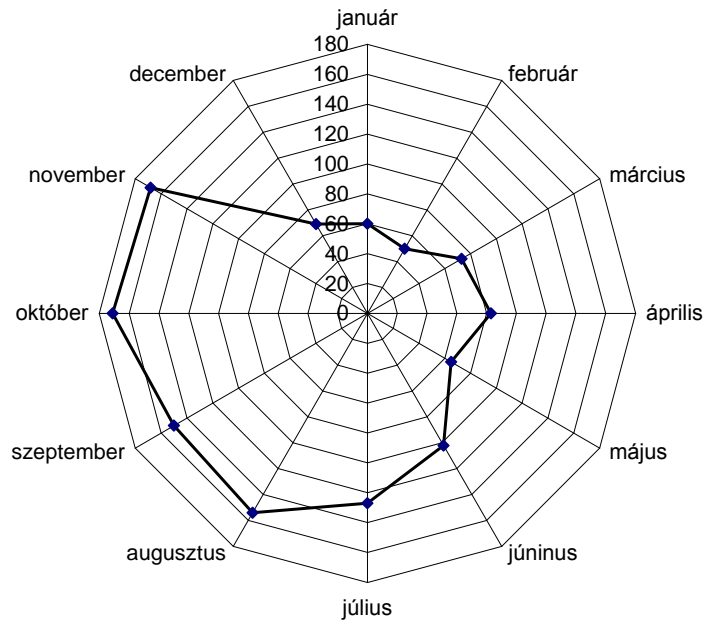
A 4. ábra, mely az Egyesült Államokban 1990 és 2003 között, a repülőterek közelében bekövetkezett emlősütközési események adatait dolgozza fel [4]. Az 5. ábra ugyanazon időszakban bekövetkezett emlősütközések évközi eloszlását szemlélteti [4].



4. ábra A repülőtereken bekövetkezett emlősütközések eloszlása a manőverek alapján ([4] alapján)

A szarvasok viszonylag ritkán fordulnak elő a repülőtereken. Ezek a fajok általában legeléskor előnybe részesítik a nagylevelű lágyszárú növényeket, cserjéket és fákat. A szarvasok kora reggel és este a legaktívabbak. Több száz hektáros sajátterülettel rendelkeznek, amely az évszakokkal együtt változhat. A szarvasok inkább az erdők szélét kedvelik, szívesen legelésznek mezőgazdasági területeken, keverve az erdei a friss hajtásokkal. Fontos azt tudni, hogy a vadászszezonban a szarvasok gyakrabban menekülnek be a repülőterekre [3].

Egy nem hivatalos elemzés szerint 1990 és 1997 között 21 kanadai repülőtér összesen 42 szarvas–repülőgép ütközést jelentett.



5. ábra A repülőtereken bekövetkezett emlősütközések évközi eloszlása ([4] alapján)

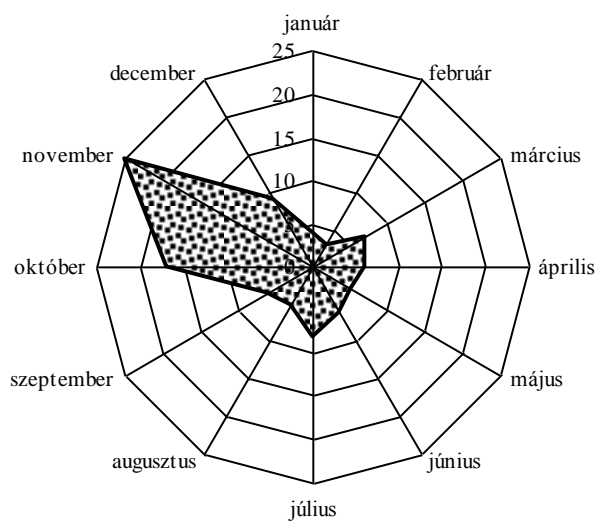
Mindegyik baleset törést eredményezett a repülőtér normális üzemeltetésében. Olyan törések, mint a fel- és leszállások késleltetése, a fel-és leszálló pálya ideiglenes lezárása, amíg a repülőtér személyzete kivizsgálta az esetet, járat átirányítások tartalék repülőterekre, a fel- és leszállások megszakítása az ütközések elkerülése érdekében [2].

A szarvasok ütközési kockázatát nagyban növeli a balesetek bekövetkezésének körülményei. A repülőterekre betévedő, vagy bemenekülő szarvasok könnyen a nekifutó vagy kiguruló repülőgépek elé futnak. A pilóták ekkor a legtehetetlenebben. Kitérő, elkerülő manőverre nincs módjuk, csak egyenes-vonalú fékezéssel tudják az ütközés súlyosságát csökkenteni.

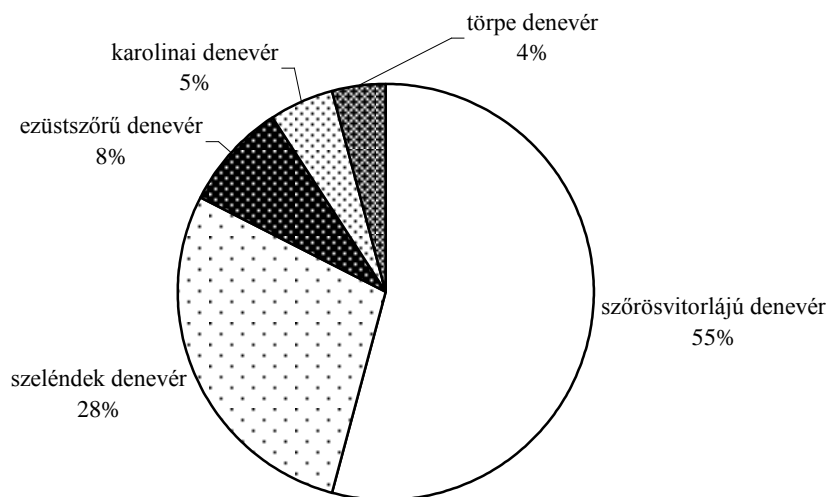
A szarvas-ütközési veszély csökkentése érdekében a repülőterek üzemeltetőinek kell intézkedéseket hozni. Mint például:

- ➔ magas kerítés felhúzása a repülőtér köré, megakadályozni, hogy a szarvasok bejussanak a repülőtérrel;
- ➔ a szervezett vadvédelmi járőrözés a repülőtereken, a szarvasok zavarása érdekében, hogy azok elkerüljék a fel- és leszálló pályákat, illetve a guruló utakat;
- ➔ élénkszínnű (például narancssárga) „hófogó rácsok” állítása a szarvasok elriasztására, hogy az aktív fel- és leszálló pályákat, a guruló utakat ne közelítsék meg.

Az állandó lánckerítés felállítása nem lehetséges, mert azok zavarhatják a lokátorokat.



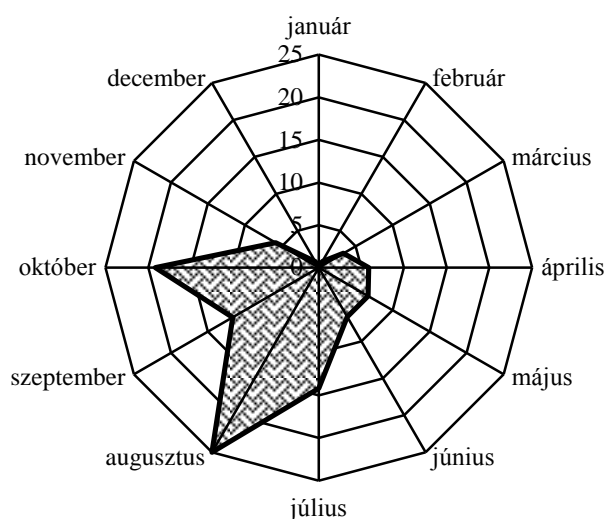
6. ábra Repülőgép-szarvas ütközések relatív eloszlása a hónapok függvényében (forrás: [5])



7. ábra Denevérütközések fajok szerinti relatív eloszlása (forrás: [5])

A madarakhoz hasonlóan a denevérek is tudnak repülni, így magas kockázati szintet jelentenek a repülőgépekre és helikopterekre, főleg sötétben. Ráadásul félelmet is kelthetnek.

A denevérütközések statisztikai elemzései eredményeit szemlélteti a 7. és a 8. ábra. Ezekből megtudhatjuk, hogy a szőrösvitorlájú (55 %) és a szeléndek (28 %) denevérek játsszák a legnagyobb szerepet az USAF ilyen baleseteinél, valamint a legtöbb denevérütközés augusztusban történik.



8. ábra Denevértütközések relatív eloszlása a hónapok függvényében (forrás: [5])

Farkasokat és rókákat a különböző rágsálók és más táplálékok csalják a repülőterekre. A szarvasok távoltartására használt kerítés a rókák és farkasok ellen is jól használható. A rágsálók számának csökkentése szintén enyhíti a róka és farkas veszélyt. A pirotechnika jól használható a zavarásukra. A visszatérő vagy egyéni állatok kockázatát eseti vadászattal lehet csökkenteni.

A nyulak közvetlen a repülőgépekre gyakorolt hatásán túl gyakran vonzzák a repülőterre a különböző ragadozó madarakat és emlősöket. Megfelelő fünyírással és néhány, egymást követő évben végrehajtott nyúlvadászattal lehet csökkenteni a nyúlpopulációt a bázisokon.

Más rágsálók is vonzzák a ragadozókat, a rókákat és a farkasokat. Kockázatuk megfelelő rágsálóirtással csökkenthető.

4. KÖVETKEZTETÉSEK, AJÁNLÁSOK

A repülőgéppel ütköző madarak és emlősök súlyos sérülést okozhatnak, így repülésbiztonsági kockázatot jelentenek. A repülőgépeknek és a vadállatoknak „együtt kell élniük” a légterekben és a repülőtereken. Több repülőtéren a madarak elriasztására sikerrel próbálták ki idomított sólymokat, ölyveket, azonban a kiképzésük és „menetrendszerű” alkalmazásuk számos nehézségbe ütközik. Szakemberekben felmerült a ragadozó madaraknak „öltöztetett” robotrepülőgépek alkalmazásának lehetősége. Ez a javasolt rendszer a fel és leszálló repülőgépek előtt „tisztítja meg” a légteret. A speciális robotrepülőgépek az élőkhöz hasonló manővereikkel riasztják el a madárrajokat. Mozgásuk az adott légi forgalomhoz, nap és évszakhoz, illetve a madárrajok megjelenéséhez programozható.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Airport Wildlife Management and Planning Update 2004,
<http://www.tc.gc.ca/civilaviation/AERODROME/WildlifeControl/bulletins/AWMB34.htm>
- [2] Airport Wildlife Management and Planning, Deer Hazards
<http://www.tc.gc.ca/civilaviation/AERODROME/WildlifeControl/bulletins/AWMB21.htm>
- [3] Bird/Wildlife Aircraft Strike Hazard (BASH) Management Techniques, AFPAM 91-212, 2004, <http://afpubs.hq.af.mil>,
pp. 39.
- [4] Cleary, E.C., Dolbeer, R.A., Wildlife Hazard Management at Airports A Manual for Airport Personnel, FAA,
Washington, DC, 2005 pp. 348.
- [5] Pokorádi L., A vadvilág kockázata a repülésben, Közlekedéstudományi Szemle, Budapest, 2005. augusztus, LV.
évfolyam, p. 294–305.
- [6] Szabó Zs., Légi járművek madárral történő ütközése a repülésbiztonság komplex rendszerében, Tudományos Diákköri
dolgozat, ZMNE VSzTK, Budapest, 1998., 56 pp. (konzulens: dr. Pokorádi László).